جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع الملكة بالقاهرة

مواصفات
الماكينات والمحولات الكهربائية

مطبعة الاعتماد بمصر ت ٤٥٥٤٥

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع الملكة بالقاهرة

مواصفات
الماكينات والمحولات الكهربائية

مطبعة الاعتماد بمصر ت ٤٥٥٤٥

فهرس

الجزء الأول : تعاريف ومواصفات عامة

(١) تعاريف	٧
(٢) تقسيم المواد العازلة	٨
(٣) طرق قياس درجات الحرارة	١٠
(٤) حدود التجاوز	١١

الجزء الثانى : مواصفات الماكينات الكهربائية

(١) أنوع الأحمال المقررة	١٥
(٢) حدود ارتفاع درجات الحرارة	١٦
(٣) قياس درجات الحرارة	١٦
(٤) اختبارات العزل	١٨
(٥) اختبارات ميكانيكية	١٩
(٦) توحيد التيار فى ماكينات التيار المستمر	٢٠

الجزء الثالث : تركيب الماكينات الكهربائية

(١) شروط عامة	٢٤
(٢) التيار المقرر لكابلات المحركات	٢٥
(٣) حماية المحركات	٢٦
(٤) تنظيم حركة المحركات	٢٨
(٥) ترتيب الأجهزة	٢٩

الجزء الرابع : صيانة الماكينات الكهربائية
(١) التفتيش والاختبارات الدورية ٣١
(٢) الصيانة ٣٣
الجزء الخامس : المحولات الكهربائية
(١) حدود ارتفاع درجات الحرارة ٣٥
(٢) قياس درجات الحرارة ٣٥
(٣) اختبارات العزل ٣٦
(٤) التركيب والصيانة ٤٠
الجداول:
(١) حدود التجاوز ١٢
(٢) حدود ارتفاع درجة حرارة الماكينات ٢١
(٣) اختبارات العزل للماكينات ٢٢
(٤) حدود ارتفاع درجة حرارة المحولات ٤٢
(٥) اختبارات العزل للمحولات (بين الملفات والأرض) ٤٣
(٦) اختبارات العزل المحولات (بين الملفات والأوجه المختلفة) ٤٤

مواصفات الماكينات والمحولات الكهربائية

قامت بإعداد هـــذه المواصفات اللجنة الفرعية للمواصفات الكهربائية :

وقد راعت اللجنـة بقدر الإمكان المواصفات الدولية التى تصدرها لجنة الكهرباء الدولية وكذلك استعانت اللجنة بمواصفات أمريكا . وفرنسا . وانجلترا . هذا وقد راعت اللجنة بوجه خاص فى المواصفات الحالية إن مصر لم تصبح بعد بلداً منتجا للماكينات الكهربائية . وإن درجة الحرارة فى مصر مرتفعة عنها فى البلدان الأوربية .

ويسر اللجنة أن تصلها أى مقترحات بخصوص هذه المواصفات من حضرات المهندسين .

الجزء الأول

الماكينات الكهربائية

تعاريف ومواصفات عامة

١ — التعاريف

١ — المقرر :

مقرر الماكينة الكهربائية أو المحول الكهربائى هو بيان من المصنع على بطاقة الماكينة أو المحول يبين حدود عملها ويشمل هذا البيان الحمولة والسرعة والضغط والتيار والتردد ومعامل القدرة . . . الخ

٢ — الحمولة أو الحمل المقرر :

(ا) بالنسبة لمولدات التيار المستمر : هى القدرة الكهربائية بالوات أو الكيلوات عند طرفى الاتصال بالماكينة .

(ب) بالنسبة لمولدات التيار المتردد والمحولات : هى القدرة الكهربائية الظاهرة بالفولت أمبير أو الكيلو فولت أمبير عند أطراف الاتصال بالماكينة أو أطراف الاتصال بالملفات الثانية للمحولات .

(ج) بالنسبة للمحركات : هى القدرة الميكانيكية الناتجة عند المحور بالوات أو الكيلوات .

٢ — تقسيم المواد العازلة

٣ — تنقسم المواد العازلة إلى أربعة أصناف وهى (ط) و (ا) و (ب) و (ج) .

٤ — يشمل الصنف « ط » المواد العازلة العضوية فى حالتها الطبيعية كالقطن والحرير والورق والمواد العضوية المشابهة الغير مغموسة والغير مغمورة فى الزيت .

٥ — يشمل الصنف (أ) القطن والحرير والورق والمواد العضوية المشابهة المغموسة أو المغمورة فى الزيت . وأيضا مادة الأنامل المستخدمة فى طلاء الأسلاك .

ملحوظة عن القطن والورق والحرير المغموس : يمكن اعتبار أن العازل مغموس إذا حلت مادة ملائمة محل الهواء بين الألياف وليس من الضرورى أن تملأ هذه المادة كل الفراغ بين الموصلات المعزولة . ومادة الغمس الملائمة يجب أن يكون لها خواص عزل جيدة ويجب أن تغطى الألياف جيداً بحيث تلتصق ببعضها وبالموصل ويجب ألا تترك فراغات عند تبخر المادة المذيبة لها أو لأى سبب آخر وألا تسيل عنـــد درجات الحرارة المسموح بها وألا تؤذيها استمرار تعرضها لهذه الحرارة المذكورة .

٦ — يشمل الصنف « ب » الميكا والاسبستوس والمواد المشابهة الغير عضوية المشكلة بالاستعانة بمادة لاصقة . هذا وإذا كان معظم العزل من الصنف « ب » مع وجود جزء بسيط منه من الصنف «أ» فإنه من الممكن اعتبار العزل كله من الصنف «ب» بشرط ألا تؤثر درجات الحرارة العالية المسموح بها فى هذه الحالة فى الخواص الكهربائية والميكانيكية للمادة العازلة بما يعيبها فى الاستعمال المستمر .

٧ — يشمل الصنف « ج » الميكا بدون مواد لاصقة . والصينى والزجاج والكوارتز والمواد الأخرى المشابهة .

٨ — العزل بمواد مختلفة : إذا كان العزل بمواد مختلفة تقع تحت أكثر من صنف من الأصناف السابقة فإن درجة حرارة أى من هذه المواد المختلفة يجب ألا تتعدى درجات الحرارة المسموح بها (يستثنى من ذلك الحالة المبينة فى بند ٦)

امثلة : (ا) إذا استخدمت المواد المختلفه على أجزاء مختلفة من الملف الواحد (كاستخدام مادة عازلة فى المجرى ومادة أخرى للوصلات عند الأطراف مثلا) فان حدود ارتفاع درجة الحرارة فى اى جزء يجب ألا تتعدى الحدود المسموح بها للمادة العازلة المستخدمة لهذا الجزء .

(ب) إذا تكون عزل الجزء الواحد من طبقات فوق بعضها من مواد تقع تحت أكثر من صنف واحد (كاستخدام

طبقات من مواد من الصنفين (ا) و (ب)) تعالج هذه الحالة كما يلى :

١) إذا أمكن قياس درجة حرارة كل طبقة على حدة فان حدود درجة الحرارة المسموح بها لأى طبقة يجب ألا تتعدى الحدود المسموح بها للمادة المصنوغه منها هذه الطبقة .

٢) إذا تعذر قياس درجة حرارة كل طبقة على حده فان حدود درجة الحرارة المسموح بها لأى طبقة يجب ألا تتعدى الحدود المسموح بها للمادة ذات التحمل الحرارى الاقل .

٣ — طرق قياس درجات الحرارة

٩ — لقياس درجات حرارة الملفات والاجزاء الاخرى تستخدم أى من الطرق الثلاث الآتية :

(ا) الترمومتر .
(ب) قياس المقاومة .
(ج) مقاييس الحرارة المدفونة .

١٠ — طريقة الترمومتر : تستعمل لقياس درجات حرارة الاجزاء الممكن الوصول اليها من الماكينة بعد إتمام تركيبها . وفى حالة وجود مجالات مغناطيسية متغيرة ومتحركة تستخدم ترمومترات كحولية بدل الترمومترات الزئبقية .

١١ — طريقة المقاومة : يحسب ارتفاع درجة الحرارة بقياس الزيادة فى مقاومة الملفات وتستخدم المعادلة التالية فى حالة الملفات النحاسية .

ارتفاع درجة الحرارة $= د_{٢} - د_{هـ}$

$$= \frac{م_{٢} - م_{١}}{م_{١}} \left(٢٣٤٫٥ + د_{١} \right) + د_{١} - د_{هـ}$$

حيث $د_{٢}$ = درجة الحرارة المئوية النهائية للملف (ساخن)

$د_{هـ}$ = « « « « للهواء المحيط

$د_{١}$ = « « « « الابتدائية للملف (بارد)

$م_{٢}$ = المقاومة النهائية للملف (ساخن)

$م_{١}$ = « الابتدائية للملف (بارد)

١٢ — مقاييس الحرارة المدفونة : هى ترمومترات مقاومة أو مزدوجات حرارية توضع داخل الماكينة أثناء التركيب فى نقط لا يمكن الوصول اليها بعد إتمام تركيبها .

ويجب ألا يقل عددها عن ٦ موزعة على محيط الماكينة وطولها فى النقط التى يحتمل أن تبلغ درجة الحرارة فيها أقصاها :

٤ — حدود التجاوز

يبين الجدول التالى التجاوز المسموح به فى مقررات الماكينات الكهربائية .

ملحوظة : ليس من الضرورى أن تشمل العطاءات كل البنود المبينة فى الجدول ولكن فى حالة طلب أو تقديم أرقام ضمان عن أى من البنود المذكورة فيكون التجاوز فى الحدود المبينة .

القيمة	التجاوز
١ — الجوده : (ج)	
(أ) بطريقة جمع الفقد	$\frac{1}{10}$ (١ — ج)
(ب) بطريقة قياس الدخل والخرج	٠,١٥ (١ — ج) بحد أدنى قدره ٠,٠٠٧
٢ — الفقد الكلى	$\frac{1}{10}$ الفقد الكلى
٣ — معامل القدره « جتا φ »	$\frac{1}{6}$ (١ — جتا φ) بحد أدنى ٠,٠٢ بحد أقصى ٠,٠٧
٤ — القدرة غير الفعالة « ك » (للمحركات التأثيرية)	$\frac{10\sqrt{ق^2 + ك^2}}{ق}$ ٪ من القيمة «ك» المضمونة ق = القدرة الفعالة ك = القدرة غير الفعالة
٥ — (أ) سرعة محركات التوازى للتيار المستمر (عند الحمل الكامل ودرجة الحرارة النهائية)	كيلوات/ ١٠٠٠ لفة فى الدقيقة $\frac{2}{3}$ — ٢,٥ ١٠ ٪ من السرعة المضمونة ٢,٥ — ١٠ ٧,٥ ٪ من السرعة المضمونة أكثر من ١٠ ٥ ٪ من السرعة المضمونة

القيمة	التجاوز
(ب) سرعة محركات التوالى للتيار المستمر (عند الحمل الكامل ودرجة الحرارة النهائية)	٢/٣ — ٢,٥ ١٥٪ من السرعة المضمونة ٢,٥ — ١٠ ١٠٪ من السرعة المضمونة أكثر من ١٠ ٧,٥٪ من السرعة المضمونة
٦ — إنزلاق المحركات التأثيرية	١/٥ القيمة المضمونة
٧ — تنظيم الضغط الطبيعى لمولدات التيار المستمر ذات التنبيه على التوازى أو ذات التنبيه المستقل أو ذات التنبيه المركب	١/٥ القيمة المضمونة
٨ — تيار بدء الحركة للمحركات التأثيرية بدوارات مقصورة مع تحديد طريقة بدء الحركة	١/٥ القيمة المضمونة
٩ — تيار القصر اللحظى تحت ظروف معينة لمولد تيار متردد .	٣٠٪ من القيمة المضمونة

القيمة	التجاوز
١٠ ـــ تيار القصر الدائم بقيمة معينة للتنبيه لمولد تيار متردد	١٥٪ من القيمة المضمونة
١١ ـــ التغيير فى سرعة محركات التيار المستمر ذات التنبيه على التوازى وذات التنبيه المركب (من حالة عدم الحمل إلى حالة الحمل الكامل)	½ التغيير المضمون بحد أدنى ٢,٠٪ من السرعة المقررة .
١٢ ـــ عزم البدء للمحركات التأثيرية	١٠٪ من القيمة المضمونة
١٣ ـــ نسبة التحويل فى المحولات	$\frac{١}{٢٠٠}$ من النسبة المضمونة
١٤ ـــ ضغط الممانعة للمحولات	١٠٪ من القيمة المضمونة
١٥ ـــ تيار عدم الحمل للمحولات	$\frac{٣}{١٠}$ من القيمة المضمونة

الجزء الثانى

اختبار الماكينات الكهربائية

١ — أنواع الأحمال المقررة

١ — يوجد نوعان من الأحمال المقررة

(أ) الحمل المقرر الدائم

(ب) الحمل المقرر لفترة قصيرة

وكلمة « المقرر » التى تذكر فى هذه المواصفات يعنى بها المقرر الدائم ما لم يذكر خلاف ذلك .

٢ — الحمل المقرر الدائم هو الحمل الذى يمكن أن نختبر به الماكينة لمدة غير محدودة وتحت ظروف مقررة بدون أن ترتفع درجة حرارة الماكينة عن القيم المذكورة فيما بعد . ويجب كذلك أن تخضع الماكينة لكافة الاشتراطات الأخرى المذكورة فى هذه المواصفات .

٣ — الحمل المقرر لفترة قصيرة : هو الحمل الذى يمكن أن تختبر به الماكينة لفترة مقررة من الزمن على أن يبدأ التحميل والماكينة فى حالة البرودة ولا ترتفع درجة حرارتها عن القيم المذكورة فيما بعد . ويجب كذلك أن تخضع الماكينة لكافة الاشتراطات الأخرى المذكورة فى هذه المواصفات .

٤ — يجب ألا تعمل الماكينة تحت أحمال أكثر من الأحمال

المقررة لها أو فى ظروف خلاف الظروف المقررة لها إلا إذا كان هناك ما يدل على صلاحيتها للعمل فى مثل هذه الأحوال .

٢ — حدود ارتفاع درجات الحرارة

٥ — يبين الجدول /٢ الحدود المسموح بها لارتفاع درجة حرارة الماكينة المعزولة بصنفى « أ » و «ب» من المواد العازلة . وتخفض درجة الحرارة ١٥°م عن الدرجة المسموح بها للصنف « أ » فى حالة المواد العازلة من الصنف « ط » .

٦ — فى حالة ملفات التيار المتردد المعزولة لضغط مقرر أعلى من ١١,٠٠٠ فولت يخفض ارتفاع درجة الحرارة المسموح به ١,٥°م لكل ١٠٠٠ فولت زيادة عن الـ ١١,٠٠٠ فولت وذلك فى الحالات التى يقاس فيها ارتفاع درجة الحرارة بواسطة الترمومتر أو بواسطة مقاييس الحرارة المدفونة .

٣ — قياس درجات الحرارة

٧ — يستحسن أن تكون درجة حرارة هواء التبريد أثناء الاختبار أقل من ٤٠°م وفى هذه الحالة لاتهم القيمة الحقيقية لهذه الدرجة ويشترط فقط أن لايزيد ارتفاع درجة الحرارة عن المذكور فى الجدول (١) ولا يلزم عمل أى تصحيح تبعاً للتغير فى درجة حرارة هواء التبريد. هذا وفى حالة التبريد القهرى تعتبر درجة حرارة الهواء عند مدخل الماكينة هى درجة حرارة هواء التبريد.

٨ — درجة حرارة هواء التبريد أثناء التجربة : تقاس

درجة حرارة هواء التبريد بواسطة عدة ترمومترات موزعة حول الماكينة على بعد متر أو مترين بعيدة عن الإشعاع الحرارى والتيارات الهوائية ثم يؤخذ متوسط قراءات هذه الترمومترات فى فترات منتظمة فى الربع الأخير من زمن الاختبار.

هـذا ويجب اتخاذ كافة الاحتياطات حتى لا يكون التغيير فى درجات حرارة هواء التبريد كبيرا .

٩ ــ قياس درجة حرارة الملفات : تستعمل مقاييس الحرارة المدفونة لقياس درجة الحرارة فى مجارى ملفات التيار المتردد الموجودة على الجزء الثابت من الماكينات التى يبلغ مقررها ٥٠٠٠ كيلوفولت أمبير أو أكثر أو يبلغ طول قلبها الحديدى متر أو أكثر . ويقاس ارتفاع الحرارة بطريقة الزيادة فى المقاومة فى حالة ملفات التنبيه والملفات الثابتة فى الماكينات التى ليس بها مقاييس حرارة مدفونة . ويستعمل الترمومتر فى الحالات التى لا يمكن أيضاً أن تستعمل فيها مقاييس حرارة مدفونة أو طريقة المقاومة . ويمكن أيضاً استخدام طريقة الترمومتر فى الحالات التالية :

(أ) إذا تعذر عملياً استخدام طريقة المقاومة كأن تكون المقاومة صغيرة جداً .

(ب) إذا كانت الملفات بطبقة واحدة سواء متحركة أو ثابتة.

(ج) إذا كان عدد الاختبارات كبيراً وفضلت لذلك طريقة الترمومتر على طريقة المقاومة .

١٠ ــ تصحيح القراءات التى تؤخذ بعد وقوف الماكينة :

إذا أخذت القراءات بعد وقوف الماكينة فقط تحسب أقصى درجة حرارة من منحنى الحرارة مع الزمن .

١١ — مدة الاختبار للحمل المقرر الدائم : يجب أن يستمر الاختبار الحرارى الماكينات ذات المقرر الدائم مدة كافية للتأكد من أن درجة الحرارة النهائية لو استمر الاختبار لن تتعدى القيم المسموح بها فى الجدول رقم (٢) . وتقاس درجة الحرارة إذا أمكن أثناء الدوران وعقب وقوف الماكينة ،

١٢ — مدة الاختبار للحمل المقرر لفترة قصيرة : يستمر الاختبار الحرارى فى هذه الحالة للفترة المقررة كما هو مبين على بطاقة الماكينة ويجب أن تكون درجة حرارة الماكينة عند الابتداء هى درجة حرارة هواء التبريد .

١٣ — المقاومة الابتدائية : إذا استخدمت طريقة المقاومة فى قياس الحرارة فيجب أن تكون درجة حرارة الملف قبل ابتداء التجربة مقاسة بالترمومتر مساوية لدرجة حرارة هواء التبريد .

٤ — اختبارات العزل

١٤ — يستخدم الضغط العالى بين الملف المطلوب اختبار عزله وهيكل الماكينة على أن يوصل الهيكل بقلب الماكينة والملف الآخر . ويجرى هذا الاختبار على الماكينة الجديدة بعد إتمام تركيبها وأن تكون جميع الأجزاء فى أماكنها العادية وأن يجرى الاختبار فى المصنع مباشرة بعد الاختبار الحرارى مالم يذكر خلاف ذلك .

١٥ — يستخدم فى الاختبار ضغط متردد أقرب ما يكون إلى المنحنى الجيبى ويبـدأ الاختبار بضغط لا يزيد عن نصف ضغط الاختبار ثم يزاد بعد ذلك بخطوات لا تزيد عن ٥٪ من ضغط الاختبار بحيث لا يقل الزمن الذى يرفع أثناءه الضغط من نصف قيمته إلى قيمته الكلية عن ١٠ ثوان ثم يبقى بعد ذلك الضغط الكلى لمدة دقيقة كاملة .

والجدول ٣ يبين قيمة هذا الضغط الكلى .

٥ — اختبارات ميكانيكية

١٦ — زيادة تيار المولدات : يجب أن يتحمل المولد لمدة ١٥ ثانية زيادة قدرها ٥٠٪ فى قيمة التيار المقرر بحيث يكون الضغط أقرب ما يمكن للضغط المقرر بحسب ماتسمح به قدرة مولد الحركة . ولا تهم قيمة الضغط الفعلية .

١٧ — زيادة عزم المحركات :

(ا) محركات التيار المستمر — يجب أن يتحمل المحرك لمدة ١٥ ثانية زيادة قدرها ٥٠٪ فى قيمة العزم المقرر مع بقاء الضغط عند قيمته المقررة .

(ب) المحركات المتزامنة — يجب أن يتحمل المحرك لمدة ١٥ ثانية زيادة قدرها ٥٠٪ فى قيمة العزم المقرر بدون أن يخرج عن تزامنه مع بقاء الضغط والتردد عند القيم المقررة وكذلك

مع بقاء التنبيه عند قيمته الخاصة بالحمل المقرر .

(ج) المحركات التأثيرية المتعددة الأوجه — يجب أن تتحمل لمدة ١٥ ثانية وبدون أن تتوقف أو تتغير سرعتها تغيراً مفاجئاً (مع زيادة العزم تدريجياً) عزما نهائيا كالمبين فيا بعد مع بقاء الضغط والتردد عند القيمة المقررة .

١ — فى المحركات التأثيرية العادية (بدوار ملفوف أو بدوار قفصى عادى) يكون العزم النهائى ١,٦ مرات على الأقل من العزم المقرر ولا يسمح بأى تجاوز فى هذه القيمة .

٢ — أما فى حالة المحركات التأثيرية التى يتحدد مجال استخدامها عند طلبها وفى حالة المحركات التأثيرية الخاصة (محركات بدوارات تعمل بالتيارات الاعصارية أو بدوارات لها قفصين من نوع بوشيروه) التى تكون بدء حركتها فى العادة بطريقة خاصة فان العزم النهائى يكون بالاتفاق بين البائع والمشترى .

٦ — توحيد التيار فى ماكينات التيار المستمر

١٨ — يجب أن تعمل ماكينة التيار المستمر من حالة عدم الحمل إلى حالة الحمل الزائد المسموح به بدون ظهور شرر على سطح الموحد وبدون إتلاف ذلك السطح وذلك مع ثبات الفرش فى أماكنها . ويعمل هذا الاختار عقب انتهاء الاختبار الحرارى مباشرة .

جدول ٢ — حدود ارتفاع درجات الحرارة

المصاف	المواد العازلة من الصنف « ا »				المواد العازلة من الصنف « ب »			
	طريقة الترمومتر	طريقة المقاومة	مقاييس الحرارة المدفونة		طريقة الترمومتر	طريقة المقاومة	مقاييس الحرارة المدفونة	
			بين الملفات فى مجرى واحد	بين الملفات وقاع المجرى			بين الملفات فى مجرى واحد	بين الملفات وقاع المجرى
	°م	°م	°م	°م	°م	°م	°م	°م
١ — ملفات القلب فى حالة الماكينات الكبيرة جدا أكبر من ٥٠٠٠ كيلو فولت امبير			٦٠	٥٠			٨٠	٦٥
٢ — (ا) ملفات القلب فى حالة الماكينات الأصغر من تلك المذكوره فى البند ١ (ب) جميع ملفات الأقطاب ماعدا تلك المذكورة فى البند ٣ (ح) ملفات القلوب ذات الموحدات	٥٠	٦٠			٦٥	٨٠		
٣ — ملفات الأقطاب ذات المقاومة الصغيره	٦٠	٦٠			٨٠	٨٠		
٤ — الملفات المعزولة والمقصورة دائما على بعضها	٦٠				٨٠			
٥ — الملفات غير المعزولة والمقصورة دائما على بعضها وكذلك الحديد وجميع الأجزاء الأخرى غير المتصلة بالملفات .	يكون ارتفاع الحرارة بحيث لا يكون هناك أى خطر من حدوث أى ضرر لأى ماده عازله أو المواد الأخرى							
٦ — الحديد والاجزاء الأخرى المتصلة بالملفات	٦٠ °م				٨٠ °م			
٧ — الموجدات وحلقات الانزلاق	٥٠ °م							

ملحوظة : إذا زادت درجة حرارة الهواء المحيط عن ٤٠ °م تخفض القيم المذكورة فى هذا الجدول ١٠ °م

جدول (٣) اختبارات العزل

الماكينة وأجزاؤها	ضغط الاختبار بالقيمة الفعالة (جذر متوسط المربعات)
١ ـــ ماكينات دوارة أقل من الكيلوات أو الكيلو فولت أمبير	٥٠٠ فولت + ضعف الضغط المقرر
٢ ـــ ماكينات دوارة من ١ إلى ٣ كيلوات أو كيلو فولت أمبير	١٠٠٠ فولت + ضعف الضغط المقرر
٣ ـــ ماكينات دوارة أكبر من ٣ كيلوات أو كيلو فولت أمبير	١٠٠٠ فولت + ضعف الضغط المقرر (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)
٤ ـــ ماكينات دوارة أكبر من ١٠,٠٠٠ كيلوات أو كيلو فولت أمبير	
الضغط المقرر :	
ض أقل من ٢٠٠٠ فولت	١٠٠٠ فولت + ٢ ض
ض بين ٢٠٠٠ و ٦٠٠٠ فولت	٢,٥ ض
ض أكبر من ٦٠٠٠ فولت	٣٠٠٠ فولت + ٢ ض
٥ ـــ ملفات أقطاب المولدات المتزامنة فى الحالة التى لا يزيد فيها ضغط التنبيه المقرر عن ٧٥٠ فولت	١٠ أمثال ضغط التنبيه المقرر بحد أدنى ١٥٠٠ فولت وأقصى ٣٥٠٠ فولت
٦ ـــ ملفات أقطاب الحركات المتزامنة والمغيرات المتزامنة	
١) بدء الحركة بالاتصال المباشر مع مصدر التيار .	
(ا) بدء الحركة وملفات الأقطاب مقصورة .	١٠ أمثال ضغط التنبيه المقرر (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)

تابع جدول (٣) اختبارات العزل

الماكينة وأجزاؤها	ضغط الاختبار بالقيمة الفعالة (جذر متوسط المربعات)
(ب) بدء الحركة وملفات الأقطاب مفصولة بمفتاح تقسيم	١٠ أمثال ضغط التنبيه المقرر + ١٠٠٠ فولت (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)
(ج) بدء الحركة وملفات الأقطاب مفتوحة .	٢٠ مرة ضغط التنبيه المقرر + ١٠٠٠ فولت (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)
٢) بدء الحركة بطرق أخرى	
(ا) استخدام محرك إضافى لبدء حركة المحرك المتزامن	١٠ أمثال ضغط التنبيه المقرر (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)
(ب) بدء حركة المغير المتزامن من ناحية التيار المستمر .	١٠٠٠ فولت + ضعف ضغط التنبيه المقرر (بحد أدنى ١٥٠٠ فولت)
٧ ـ الملفات غير المقصورة لدوارات المحركات التأثيرية .	فى حالة المحركات التى لا يعكس اتجاه حركتها : ١٠٠٠ فولت + ضعف الضغط بين الملفات وهى منفصلة والمحرك ساكن . فى حالة المحركات التى يعكس فيها اتجاه الحركه : ١٠٠٠ فولت + ٤ أمثال الضغط بين الملفات وهى منفصلة والمحرك ساكن .

الجزء الثالث

تركيب الماكينات الكهربائية

١ — شروط عامة

١ — يجب أن تخضع الماكينات نفسها والمواد الأخرى المستخدمة من كابلات وقواطع للتيار وفواصل ومصهرات ومقاومات ومكثفات وغيرها للمواصفات المصرية وفى حالة عدم وجود مواصفات لأى من الأصناف المذكورة تتبع مواصفات اللجنة الدولية للكهرباء أو مواصفات البلد المنتجة للصنف المذكور.

٢ — يجب أن يكون تركيب وأماكن الماكينات وما يتبعها من أجهزة بحيث لا تزيد درجة الحرارة خلال عمل الماكينة العادى فى أى من الأجزاء عن درجة الحرارة المسموح بها .

٣ — يجب أن تحمى الماكينات وما يتبعها من أجهزة ضد أى خطأ من المحتمل حدوثه وتكون هذه الحماية أقرب ما يمكن إلى مصدر التيار وتكون بواسطة قواطع أوتوماتيكية ومصهرات لها سعة كافية للعمل تحت أى ظروف محتمله .

٤ — يجب وجود نظام لفصل الماكينة وما يتبعها بحيث يمكن

العمل عليها إذا احتاج الأمر بدون التعرض لأى اخطار وقد يكون الفاصل فى مكان خاص أو فى نفس الغلاف مع القاطع الأوتوماتيكى أو مع غيره من الأجهزة وفى هذه الحالة الأخيرة يجب أن يوضع نظام خاص بحيث لا يمكن الوصول إلى أى من الأجزاء الحية ما دام الفاصل مقفلا . ويجب أن يكون الفصل كاملا بحيث يشمل أيضا كل الدوائر المساعدة الأخرى (فى حالة وجودها) حتى ولو كان لها مصدر آخر للتيار .

٢ — التيار المقرر لكابلات المحركات

٥ — عند بدء الحركة يكون تيار المحرك عادة أكبر كثيراً من تياره المقرر للحمل العادى ويلزم ذلك استخدام كابلات أكبر قطاعا مع مراعاة ما يلى :

(ا) زمن بدء الحركه .

(ب) نسبة التيار عند بدء الحركه إلى التيـــار المقرر للحمل العادى .

(ح) عدد مرات بدء الحركة فى الساعة الواحدة .

وهذه الزيادة فى القطاع تكون ٣٠٪ إذا قل زمن بدء الحركة عن ثانية واحدة وكانت مرات بدء الحركة ١٥ مرة فى الساعة وكانت نسبة تيار بدء الحركة إلى التيار المقرر أقل من ٦ . وتصل الزيادة فى القطاع إلى ١٠٠٪ إذا زاد زمن بدء الحركه عن ثانية وزادت مرات بدء الحركه إلى ٤٠ مرة فى الساعة .

٦ — يلزم أن تكون الكابلات الموجودة فى دوائر دوارات المحركات التأثيرية ذات الدوارات الملفوفة مناسبة لتحمل التيار الكلى المار بهذه الدوارات مالم يكن هناك نظام لقصر الدوار بعد بدء حركته فيكفى فى هذه الحاله أن يكون الكابل مناسبا لنصف تيار الدوار فقط .

٧ — فى حالة المحركات التأثيرية التى تبدأ حركتها بطريقة التوصيل النجمى فالتوصيل المثلثى والتى يلزم فيها استخدام ٦ كابلات من المفتاح إلى المحرك يكفى أن تكون هذه الكابلات مناسبة لتحمل ٥٨٪ فقط من التيار المقرر للمحرك .

٨ — يجب أن يكون مقطع كابل المحرك بحيث لا يقل الضغط عند طرف المحرك عن ٩٢,٥٪ من الضغط عند مصدر التيار للمستهلك وذلك عندما يكون المحرك محملا بحمله الكامل وعلاوة على ذلك إذا كان تيار بدء الحركه كبيراً جداً بالنسبة للتيار المقرر قد يلزم زيادة هـــذا المقطع حتى يتمكن المحرك من بدء حركته بسهولة .

٣ — حماية المحركات

ملحوظة : تختلف طرق حماية المحرك مع اختلاف حجمه ووظيفته ويجب مراعاة النقط التالية :

٩ — يجب حماية المحرك ضد أى زيادة كبيرة فى التيار عن قيمته المقررة بسبب زيادة الحمل الميكانيكى .

١٠ — يجب أن يحتوى القاطع الأوتوماتيكى (فى حالة وجوده) على نظام لحماية المحرك ضد زيادة التيار ويجب أن يكون لهذا النظام زمن تخلف بحيث أنه إذا حدث قصر بين أى وجهين أو بين أى وجه والأرض فان القاطع ذو السعة الكافية لقطع التيار هو الذى يعمل أولا .

١١ — فى حالة استخدام مصهرات لتوصيل المحرك فانه يلزم عادة استخدام النوع ذو السعة العالية لقطع التيار وفى هذه الحالة تكون هذه المصهرات حماية كافية للمحرك ضد أى قصر .

١٢ — إذا كان تيار بدء الحركة أقل أو مساوياً للتيار المقرر العادى يجب استخدام نظم لحماية المحرك ضد زيادة التيار لها زمن تخلف مناسب ويجب أن تضبط بحيث لا تعمل سوى عند درجة معينة من زيادة التيار .

١٣ — إذا كان تيار بدء الحركة أو زمن بدء الحركة كبيراً بدرجة يخشى منها أن تعمل المصهرات المناسبة للتيار المقرر عند بدء الحركة قد يلزم فى هذه الحالة استخدام مصهرات أكبر قليلا فى السعة أو لها زمن تخلف أكبر من المعتاد وتوجد هذه بنوع خاص فى حالة المحركات التى توصل مباشرة بمصدر التيار ويجب ألا تزيد سعة المصهرات فى هذه الحالة زيادة كبيرة وإلا فان الكابل الموصل للمحرك لن يكون محميا حماية كافية . هذا وقد يلزم زيادة مقطع الكابل فى مثل هذه الأحوال . وإذا كان حجم المحرك بدرجة تسمح باستخدام قاطع أوتوماتيكى عند مصدر التيار فانه يمكن

التغلب على الصعوبة السابقة بإيجاد نظام ذو زمن تخلف ثابت أو عكسى لحماية المحرك .

٤ — تنظيم حركة المحركات

١٤ — يجب أن يكون لكل محرك طريقة ظاهرة لبدء حركته وإيقافه بحيث تمكن الشخص الذى يعمل عليه أن يصل إليها بسهولة وإذا كان المحرك يدير ماكينة ما يجب أن تهيأ طرق سهلة لإيقاف الماكينة أو فصل المحرك عند مصدر التيار . وإذا كان من الخطر دوران المحرك بعد إيقافه بدون رغبة الشخص المسئول يجب إيجاد نظام خاص بحيث لايتمكن المحرك من الدوران بدون تشغيل هذا النظام أولا .

١٥ — إذا زادت قدرة المحرك عن ½ حصان يجب التأكد أولا من أن مصدر التيار يسمح بتوصيل المحرك مباشرة وذلك قبل تقرير أى نظام لبدء حركته وتنظيمها .

١٦ — إذا كان من الخطر دوران المحرك بعد توقفه بسبب إنخفاض أو ضياع الجهد عن نهاياته يجب حمايته بنظام خاص يتأثر بجهد المصدر . وإذا بدأ المحرك حركة بتيار أصغر من تيار بدء الحركة العادى وجب استخدام النظام السابق ذكره فى هذا البند فى كل الأحوال .

١٧ — فى حالة المحركات متعددة الأوجه التى قد تستمر فى الدوران بعد فصل أحد أوجهها وينتج عن دورانها خطر السخونة

يجب إيجاد نظام لفصل الأوجه الأخرى أيضا فى هذه الحالة .

١٨ — فى حالة محركات التيار المستمر التى قد تزيد سرعتها زيادة خطرة إذا قل تيار التنبيه بها يجب إيجاد نظام خاص لوقف الحركة مع زيادة السرعة أو مع انخفاض تيار التنبيه .

١٩ — فى حالة استخدام نظام الفرملة الكهربائى يجب أن تكون الفرملة موجودة أصلا ثم ترفع كهربائيا وذلك حتى يمكن للفرملة أن تعمل عند انقطاع التيار .

٥ — ترتيب الأجهزة

٢٠ — من المحتمل دائما أن يتصل الشعر أو الأيادى أو الملابس بالماكينات الكهربائية الدوارة ولذلك فانه من المحتم وضع هذه الماكينات فى أماكن خاصة وحمايتها بدرجة كافية لمنع أمثال هذه الأخطار .

٢١ — يجب وضع الكابلات والأجهزة الأخرى فى أماكن جيدة التهوية بحسب التيار المار فى كل منها ويجب ألا تتعرض للماء أو السوائل التى تسبب تآكلا فيها أو الزيت أو البخار أو أى ظروف مشابهة أو أن تتعرض لاخطار ميكانيكية مالم يكن هناك تغليف كاف لحمايتها .

٢٢ — يجب وجود ممرات وأبواب كافية لإدخال جميع الأجهزة وإخراجها (للتصليح مثلا) وفى حالة الأجهزة التى تحتاج لأوناش لنقلها مثلا يجب وجود استعداد كاف فى البناء لتركيب

مثل هذه الآلات . وكذلك يجب أن تكون جميع الأجزاء قابلة للتفتيش عليها من وقت لآخر .

٢٣ — فى حالة امتلاء الأجهزة بسوائل قابلة للالتهاب يجب اتخاذ الاحتياطيات الكافية لعدم تسرب النار إلى الأجزاء الأخرى السليمة عند سريان السائل الملتهب .

٢٤ — يجب دائما تثبيت الماكينات فى أماكنها ما لم يكن هناك رغبة لمنع الاهتزاز أو الصوت ففى الحالة الأولى يمكن استخدام ارتكاز مرن من المطاط أو مايشابهه . وفى الحالة الثانية تستخدم طرق خاصة لمنع الصوت . وفى كل الحالات يجب توصيل نقط معينة من الماكينة بالأرض بسلك خاص .

الجزء الرابع

صيانة الماكينات الكهربائية

---

١ — التفتيش والاختبارات الدورية

١ — يجب التفتيش على كل الأجهزة الكهربائية واختبارها على فترات منتظمة وتعتمد هذه الفترات على نوع الجهاز وعلى العمل المطلوب منه ويجب الاحتفاظ بنتائج التفتيش والاختبار.

٢ — من الناحية الميكانيكية يجرى الكشف على ما يلى :

(أ) سلامة التركيب من الناحية الميكانيكية بحيث لا تجهد الكراسى إجهاداً لا داعى له .

(ب) قياس الفتحة الهوائية على فترات معينة . وهذا الاختبار يهم بنوع خاص فى حالة المحركات التأثيرية حيث تصغر هذه الفتحة صغراً كبيراً .

(ج) سلامة العمل من الناحية الميكانيكية لجميع الأجهزة المساعدة من مفاتيح ومنظمات للحركة وأجهزة للحماية وغيرها . وفى حالة استخدام هذه الأجهزة لأول مرة يجب التأكد من خلوها تماماً من مواد التغليف . ويجب الاهتمام بنوع خاص بمساحة أماكن الاتصال وبقيمة الضغط الميكانيكى الواقع عليها

والتأكد من أن النتائج تطابق القيم الأصلية .

(د) التأكد من نوع وكمية الزيت الموجودة فى اوعية إعاقة الحركة .

(ه) فى حالة الأجهزة المملوءة بالزيت يجب التأكد من وجود سطح الزيت عند العلامة الخاصة به .

٣ — من الناحية الكهربائية يجرى الكشف على ما يأتى :

(أ) يجب أن تكون كل نهايات التوصيل محكمة الربط وفى حالات التيارات الشديدة يجب التأكد من المساحة والضغط الميكانيكى عند الاتصال حتى لا يحدث أى تسخين لا لزوم له .

(ب) قبل تركيب أى جهاز جديد أو أى جزء من جهاز لأول مرة يجب اختبار عزله اختباراً كافياً من ناحية تحمله للضغط العالى ومن ناحية مقاومة عزله . ويجب التأكد من عدم وجود أى فتح غير مرغوب فيه فى الدوائر المختلفة وبخاصة فى الدوائر الثانوية لمحولات التيار . وقبل قفل الدائرة للمرة الأولى يجب ضبط المصهرات عند القيمة السفلى للتيار كما يجب ضبط زمن التخلف عند قيمته السفلى حتى يقل أثر أى غلطة يحتمل وجودها

(ج) يجب الكشف على المصهرات للتأكد من صلاحيتها للتيارات الكهربائية المارة والمحتمل مرورها وكذلك يجب الكشف على كل المصهرات والمجددات على فترات منتظمة والتأكد من عمل المجددات إذا اقتضى الأمر .

٤ — المحافظة على الأسطح الظاهرة : يجب المحافظة على الطلاء والورنيش فى حالة جيدة وإعادة الطلاء والورنيش إذا اقتضى الأمر .

٥ — يجب نفخ الهواء خلال الماكينات الكهربية (وبخاصة المقفلة منها) على فترات منتظمة وذلك لتنظيف ممرات الهواء وبخاصة إذا كانت الماكينة تعمل فى أجواء مملوءه بالغبار .

٦ — فى حالة الماكينات ذات الكراسى من النوع ذى البلى أو ذى الاسطوانات المغمورة فى الشحم يجب عدم التعرض لهذه الكراسى ما دامت تعمل بدون صوت وبدون سخونة . وإذا وجد نظام معين لتشحيمها فيجب اتباعه بدقة واستخدام شحم من النوع الذى يحدده المنتج مع التأكد من عدم زيادة كمية الشحم عن المطلوب إذا أنها تؤدى عكس الغرض المطلوب منها عندئذ .

٧ — فى حالة الماكينات ذات الكراسى المملوءة بالزيت يجب الكشف بانتظام (وأيضاً كلما احتاج الأمر) على هذه الكراسى ، و إذا لزم الآمر تفرغ الكراسى من الزيت وتغسل وتملأ بزيت جديد من نفس النوع .

٨ — يجب الكشف بانتظام على الأجزاء القابلة للتآكل وإحلال أجزاء أخرى محلها كلما اقتضى الأمر ويجب التأكد

من حرية حركة الفرش داخل أماكنها ومن ضغط الياى عليها

٩ — وفى حالة الأجهزة المملوءة بالزيت والتى يحدث فيها شرارات تحت سطح الزيت يجب تغيير الزيت على فترات منتظمة .

١٠ — تجرى تجارب منتظمة للتأكد من اتصال الماكينة بالأرض وإيجاد قيمة المقاومة لهذا الاتصال وكذلك تجرى تجارب منتظمة للكشف على أجهزة التنظيم من بعد التى لا يحتاج إليها الأمر خلال العمل المنتظم بل فى حالات الضرورة القصوى فقط .

الجزء الخامس

المحولات الكهربائية

---

١ — حدود ارتفاع درجات الحرارة

١ — يبين الجدول ١/ الحدود المسموح بها لارتفاع درجة حرارة المحولات المعزولة بصنفي « ا » و «ب» من المواد العازلة . وتخفض درجة الحرارة ١٥° م عن الدرجة المسموح بها للصنف «ا» فى حالة المواد العازلة من الصنف «ط» .

٢ — قياس درجات الحرارة

٢ — يستحسن أن تكون درجة حرارة هواء التبريد أثناء الاختبار أقل من ٤٠°م أو درجة حرارة مياه التبريد أقل من ٢٥°م وفى هذه الحالة لا تهم القيمة الحقيقية لدرجة حرارة مادة التبريد ويشترط فقط أن لا يزيد ارتفاع درجة الحرارة عن المذكور فى الجدول ١ . هذا وفى حالة التبريد القهرى بالهواء تعتبر درجة حرارة الهواء عند مدخل المحول هى درجة حرارة هواء التبريد. وفى حالة التبريد بالماء تعتبر درجة حرارة الماء عند مدخله فى المحول هى درجة حرارة مياه التبريد .

٣ — قياس درجة حرارة الملفات : تستعمل عادة طريقة الزيادة في المقاومة إلا في الحالات التي تكون فيها المقاومة صغيرة جداً فتستخدم طريقة الترمومتر .

٣ — اختبارات العزل

٤ — نوع الاختبار : هناك نوعان معترف بهما من اختبارات العزل للضغط العالى .

(ا) اختبارات بضغوط خارجية . حيث يتولد الضغط العالى من مصدر منفصل عن المحول ويستخدم بين الملف المطلوب اختباره وبقية الملفات والقلب الحديدى والوعاء بعد اتصالها كلها ببعضها وتوصيلها بالأرض .

(ب) اختبارات بضغوط داخلية . حيث توصل نهايات أحد ملفات المحول (عادة الملف ذى الضغط المنخفض) بمصدر يزيد ضغطه زيادة معقولة عن الضغط المقرر لهذا الملف وبذلك تنتج ضغوط عالية بالدرجة المطلوبة فى الملفات الأخرى .

ويستخدم كلا النوعين فى حالة المحولات ذات الملفات المعزولة عزلا كاملا وتستخدم الضغوط الداخلية فقط فى العادة فى حالة المحولات ذات الملفات المعزولة عزلا متدرجا .

٥ — يجرى اختبار العزل على المحول الجديد بعد إتمام تركيبه ويتم ذلك فى المصنع مباشرة بعد الاختبار الحرارى ما لم يذكر خلاف ذلك .

٦ ـــ يستخدم فى الاختبار ضغط متردد أقرب ما يكون إلى المنحنى الجيبى ويبدأ الاختبار بضغط لا يزيد عن نصف ضغط الاختبار ثم يزاد بعد ذلك بخطوات لا تزيد عن ٥ ./. من ضغط الاختبار بحيث لا يقل الزمن الذى يرفع أثناؤه الضغط من نصف قيمته إلى قيمته الكلية عن ١٠ ثوان ثم يبقى بعد ذلك الضغط الكلى للمدة المحددة للاختبار المذكور فى البند ١٠ .

٧ ـــ تأثير طريقة الاتصال بالأرض على اختبارات الضغط :

تتوقف قيمة الضغط المستخدم فى اختبار الضغط العالى على طريقة اتصال الملفات بالأرض كما هو مبين بالجدول .

وطرق الاتصال بالأرض المعتادة هى :

١) اتصال نقطة الحياد أو النقطة المتوسطة مباشرة بالأرض

(ا) مع عزل الملفات عزلا كاملا .

(ب) « « « متدرجا .

٢) عدم وجود نقطة اتصال مباشر بالأرض مع عدم وجود فرق جهد كبير بين نقطة الحياد والأرض (كما فى حالة الدوائر الغير متصلة بالأرض وكما فى حالة نقط الحياد والنقط المتوسطة المتصلة بالأرض عن طريق مقاومة أو معارضة) .

٣) اتصال إحدى النهايات مباشرة بالأرض .

٨ ـــ تأثير تدرج العزل أو عدمه على اختبارات الضغط :

تتوقف طريقة إستخدام الضغط العالى على نسبة العزل الداخلى عن الأرض فى الأجزاء المختلفة من الملف ، كما هو مبين بالبندين

٩ و ١٠ هذا ويوجد نوعان من الملفات المعزولة .

(ا) الملفات المعزولة عزلا كاملا . وهى الملفـات المعزولة عن الأرض فى جميع أجزائها عزلا كافيا لتحمل الضغط الكامل للاختبار بينها وبين الأرض .

(ب) الملفات المعزولة عزلا متدرجا . وهى الملفات المعزولة عن الأرض (وفى بعض الأحوال يكون العزل بين ملف الضغط العالى وملف الضغط المنخفض) عزلا متـدرجا بحيث تقل قيمة العزل تدريجياً من قيمته الكلية عند طرف الملف إلى لا شىء أو قيمة صغيرة جداً عند نقطة الحياد للملف التى تتصل اتصالا مباشراً مستديما بالأرض خلال فترة الاختبار والعمل العادى .

٩ ــ اختبار العزل بين الملف والأرض بواسطة الضغط العالى:

١) فى النوع (ا) (الملفـات المعزولة عزلا كاملا) يولد الضغط العالى من مصدر منفصل (محول اختبار مثلا) ويستخدم بين الملف المطلوب اختباره والأرض بينما يكون القلب الحديدى والوعاء والملفات الأخرى متصلة كلها بعضها ببعض وبالأرض . ويستمر الاختبار ٦٠ ثانية.

٢) فى النوع (ب) (الملفات المعزولة عزلا متدرجا) يتولد الضغط العالى المطلوب لاختبار العزل بين الملف والأرض فى الملف نفسه المطلوب اختباره ويكون ذلك عادة باستخدام ضغط ملائم ذى تردد عال عند أطراف الملف ذى الضغط المنخفض . هذا

مع اتصال نقطة الحياد بالأرض وبالقلب الحديدى وبالوعاء .
ويستمر الاختبار ٦٠ ثانية أو للفترة المذكورة فى البند التالى .

١٠ — اختبار العزل الداخلى بين الملفات وبين أجزاء الملفات وبين الأوجه المختلفة :

يجب أن تتعرض كل المحولات سواء منها المعزولة عزلا كاملا أو المعزولة عزلا متدرجا لاختبار العزل الداخلى وذلك للتأكد من كفاية العزل بين الملفات المتجاورة وبين أجزاء الملفات وبين الأوجه المختلفة ويكون ذلك الاختبار بضغط يزيد عن الضغط الموجود عادة بين هذه الأجزاء المختلفة خلال العمل العادى . ويجرى هذا الاختبار حسب ما هو مذكور فى الجزء الثانى من البند السابق . ويلزم عادة رفع قيمة التردد فى هذا الاختبار لتحاشى زيادة تيار المغطسة زيادة كبيرة بسبب تشبع القلب الحديدى لأن الضغط المستخدم حسب هذا الاختبار يزيد زيادة كبيرة عن الضغط المقرر .

ويستمر الاختبار لمدة ٦٠ ثانية إذا لم يتعدى التردد ضعف التردد المقرر وإذا تعدى التردد المستخدم فى الاختبار ضعف التردد المقرر فان مدة الاختبار بالثانية تكون .

$$٦٠ \times \frac{\text{ضعف التردد العادى}}{\text{تردد الاختبار}}$$

بحيث لا تقل بأى حال من الأحوال عن ١٥ ثانيه .

(ويستحسن دائما أن يكون تردد الاختبار أقرب ما يكون إلى ضعف التردد العادى) .

١١ — يبين الجـدولين ٢ و ٣ قيمة الضغوط اللازمة لاختبارات العزل بالضغط العالى وذلك فى حالة المحولات ذات الوجه الواحد وذات الأوجه المتعددة الكاملة العزل والمتدرجة العزل والمختلفة فى طرق اتصالها بالأرض .

١٢ — تختبر المحولات التى يزيد فيها الضغط عند ملف الضغط العالى عن ٥٥٠ فولت والتى يتصل ملفها ذى الضغط المنخفض مباشرة بنظام التوزيع العام لجمهور المستهلكين اختباراً خاصا لحماية الجمهور .

ملف الضغط العالى : ١٠٠٠ فولت + ضعف الضغط المقرر (بحد أدنى ١٠,٠٠٠ فولت)

ملف الضغط المنخفض : ١٠٠٠ فولت + ضعف الضغط المقرر

٤ — التركيب والصيانة

١٣ — يستحسن تركيب المحولات فى مجموعات تقع فى أجزاء مختلفة من البناء أو تفصلها حواجز لا تتأثر بالنار وذلك لتقليل أثر أى حريق .

١٤ — فى حالة المحولات التى تقرب كمية الزيت فيها من متر مكعب أو تزيد عن ذلك يلزم وجود بالوعات بحجرة المحولات

تتصل بأحواض ذات سعة كافية مملوءة بالحصى لامتصاص أى زيت قد يتسرب من الوعاء أو يسرى لأى سبب كان .

١٥ — إذا وضع المحول تحت بناء كبير خاص بالسكان يستحسن ألا يكون المحول من الطراز المغمور فى الزيت و تتخذ الاحتياطات التالية .

١) تكون حجرة المحول متينة البناء بحيث يمكن للجدران والفواصل والأبواب أن تتحمل تأثير النار مدة طويلة .

٢) تكون تهوية الحجرة عن طريق ممرخاص منفصل لا يتصل بأى أجزاء أخرى من المبنى .

٣) بيان درجة حرارة الحجرة عن بعد مع إمكان قطع التيار المغذى للمحول عن بعد أيضا .

٤) ملاحظة وجود أدوات إطفاء الحريق الأوتوماتيكية واليدوية الملائمة لمقاومة أى حريق .

١٦ — يجب ملاحظة ارتفاع الزيت فى الوعاء وأخذ عينات منه للكشف عليها من حيث الحموضة والرطوبة والعزل الكهربائى وذلك فى فترات منتظمة واستبدال الزيت بغيره إذا تبين عدم صلاحيته .

جدول (٤) حدود ارتفاع درجات الحرارة

جزء المحول	العزل بالصنف ا	العزل بالصنف ب
	درجات مئوية	درجات مئوية
١ ــ ملفات محول محاطه بالهواء	٥٥	٧٥
٢ ــ ملفات محول مغمورة فى الزيت	٦٠	٦٠
	درجات مئوية	
٣ ــ الزيت (أقرب مايكون إلى السطح)	٥٠	
٤ ــ القلب الحديدى والأجزاء الأخرى	لا يجب أن ترتفع درجة حرارة هذه الأجزاء إلى الحد الذى يعرض المواد العازلة أو أى مواد أخرى قريبة منها للتلف .	

ملحوظة . تستخدم حدود ارتفاع درجات الحرارة المذكورة فى هذا الجدول فى الحالات التى لا تزيد فيها درجة حرارة هواء التبريد عن ٤٠ °م أو لا تزيد فيها درجة حرارة مياه التبريد عن ٢٥ °م

إذا زادت درجة حرارة هواء التبريد عن ٤٠° م أو مياه التبريد عن ٢٥ °م تخفض درجات الحرارة بالقيم التالية :

	التخفيض بالدرجات المئوية
١ ــ ملفات محول محاطة بالهواء	١٠
٢ ــ « « مغمورة فى الزيت	١٥
٣ ــ الزيت	١٠

جدول (٢) اختبار العزل بين الملفات والأرض بواسطة الضغط العالى

١ — الاختبار بضغوط خارجيه : (ا) الملفات المتصلة بالأرض إتصالا مباشراً فى إحدى النقط المعزولة عزلا كاملا « يفك الاتصال بالأرض عند إجراء الاختبار »

(ب) الملفات الغير متصلة بالأرض إتصالا مباشراً

٢ — الاختبار بضغوط متولدة داخلياً للملفات المتصلة بالأرض إتصالا مباشراً والمعزولة عزلا متدرجاً

« القيم المذكورة هى قيمة ضغط الاختبار بالكيلوفولت بين كل نقطة فى الملف والأرض فى حالة الملفات المعزولة عزلا كاملا وبين كل نهاية والأرض فى حالة الملفات المعزولة عزلا تدريجياً »

عدد الأوجه	نقطة الحياد أو النقطة المتوسطة متصلة إتصالا مباشرا بالأرض — الملفات معزولة عزلا كاملا			نقطة الحياد أو النقطة المتوسطة متصلة إتصالا مباشرا بالأرض — الملفات معـــزولة عزلا متـدرجاً			نقطه الحياد أو النقطة المتوسطة غير متصلة إتصالا مباشراً بالأرض		إحدى النهايات متصلة إتصالاً مباشراً بالأرض	
	الرسم	أقل من ٨٠ كف	أكبر من ٨٠ كف	الرسم	أقل من ٨٠ ك ف	أكبر من ٨٠ كف	الرسم	كل الضغوط	الرسم	كل الضغوط
١		١ + ٢ ض	١ + ١,٦ ض بحد أدنى ١٦١ كف		١ + ٢ ض	١ + ١,٦ ض بحد أدنى ١٦١ كف		١ + ٢ ض		١ + ٢,٥
٢		١ + ٢,٨٣ ض	١ + ٢,٢٦ ض بحد أدنى ٢٢٧ كف		١ + ٢,٨٣ ض	١ + ٢,٢٦ ض بحد أدنى ٢٢٧ كف		١ + ٢,٨٣ ض	—	—
٣		١ + ٢ ض	١ + ١,٦ ض بحد أدنى ١٦١ كف		١ + ٢ ض	١ + ١,٦ ض بحد أدنى ١٦١ كف		١ + ٢ ض	—	—
٤		١ + ٢ ض	١ + ١,٦ ض بحد أدنى ١٦١ كف	—	—	—		١ + ٢ ض	—	—

جدول (٣) اختبار العزل بين اللفات وأجزاء الملفات والاوجه المختلفة

عدد الأوجه	نقطة الحياد أو النقطة المتوسطة متصلة اتصالا مباشرا بالأرض					نقطة الحياد أو النقطة المتوسطة غير متصلة اتصالا مباشرا بالأرض		إحدى النهايات متصلة اتصالا مباشرا بالأرض	
	الملفات معزولة عزلا كاملا			الملفات معزولة عزلا متدرجا					
	الرسم	كل الضغوط	الرسم	أقل من ٨٠ك ف	أكبر من ٨٠ك ف	الرسم	كل الضغوط	الرسم	كل الضغوط
١		٢ ض		٢ + ٤ ض	٢ + ٣,٢ض بحد أدنى ٣٢٢ ك ف		٢ ض		١ + ٢,٥ ض
٢		٢ ض		١ + ٢,٨٣ ض	١+٢,٢٦ ض بحد أدنى ٢٢٧ ك ف		٢ ض	—	—
٣		٢ ض		١,٧٣+ ٣,٤٦ض	١,٧٣ + ٢,٧٧ ض بحد أدنى ٢٧٩ ك ف		٢ ض	—	—
٦		٢ ض	—	—	—		٢ ض	—	—

